

[Previous Doc](#)   [Next Doc](#)   [Go to Doc#](#)  
[First Hit](#)



Generate Collection

L3: Entry 154 of 158

File: JPAB

Sep 21, 2001

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001257880 A

TITLE: METHOD AND DEVICE FOR IMAGE PROCESSING AND STORAGE MEDIUM THEREFOR

Abstract Text (2):

SOLUTION: This image processing method which performs half-tone processing for an input image by using the error diffusing method has a step for generating a amplitude- and frequency-modulated sine wave according to the mean value of a pixel value of interest and values of peripheral pixels, a step for adding a diffused quantization error, the value of the pixel of interest, and the sine wave, a step for quantizing the addition result with the specific number of gradations, and a step for calculating the quantum error of the peripheral pixels from the error resulting from the quantization. A disturbance sine wave is applied to the error diffusing method and then the diffusion error can be dispersed uniformly, so that the geometric texture and granularity can be improved.

Application Date (1):

20000310

[Previous Doc](#)   [Next Doc](#)   [Go to Doc#](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-257880

(P2001-257880A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ド <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 N 1/405		G 0 6 T 5/00	2 0 0 A 5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/00	2 0 0	G 0 9 G 5/02	C 5 C 0 7 7
G 0 9 G 5/00		H 0 4 N 1/40	B 5 C 0 8 2
5/02		G 0 9 G 5/00	5 2 0 H

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-67562(P2000-67562)

(22) 出願日 平成12年3月10日 (2000.3.10)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 能勢 将樹

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100094514

弁理士 林 恒徳 (外1名)

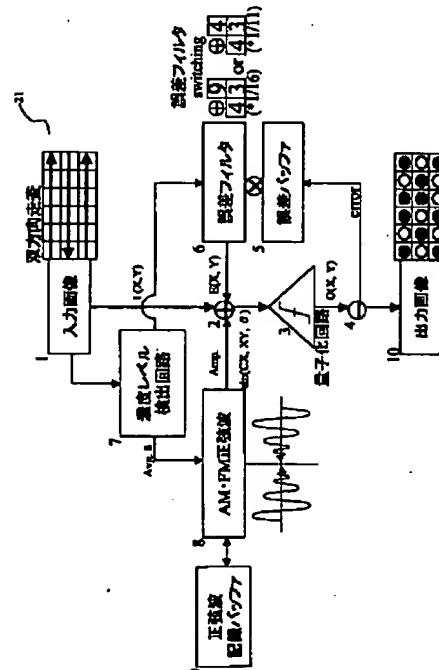
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理方法、その装置及びその記憶媒体

(57) 【要約】

【目的】 誤差拡散法を用いたハーフトーン処理において、出力画像の幾何学的テクスチャと粒状性を向上する。

【構成】 入力画像を誤差拡散法を用いてハーフトーン処理を行う画像処理方法において、注目画素値及び周辺画素値の平均値に従い、振幅及び周波数変調された正弦波を発生するステップと、前記拡散された量子化誤差と、前記注目画素値と、前記正弦波とを加算するステップと、前記加算結果を、所定の諸調数で量子化するステップと、前記量子化による誤差から前記周辺画素の量子化誤差を算出するステップとを有する。誤差拡散法に外乱正弦波を印加することにより、拡散誤差を均一に分散でき、幾何学的テクスチャと粒状性を向上できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像を誤差拡散法を用いてハーフトーン処理を行う画像処理方法において、注目画素値及び周辺画素値の平均値に従い、振幅及び周波数変調された正弦波を発生するステップと、前記拡散された量子化誤差と、前記注目画素値と、前記正弦波とを加算するステップと、前記加算結果を、所定の諧調数で量子化するステップと、前記量子化による誤差から前記周辺画素の量子化誤差を算出するステップとを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】 請求項1の画像処理方法において、前記正弦波を発生するステップは、前記注目画素値及び前記周辺画素値の平均値を算出するステップと、前記注目画素値と前記平均値との差分を算出するステップと、前記平均値と前記差分とにより、前記正弦波の振幅を変調するステップを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項3】 請求項1の画像処理方法において、前記正弦波を発生するステップは、前記正弦波の水平方向の周期と、垂直方向の周期とを独立に制御するステップを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項4】 請求項1の画像処理方法において、前記正弦波を発生するステップは、各色の入力画像に対し、異なる前記正弦波の初期位相を設定するステップを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項5】 請求項1の画像処理方法において、前記入力画像を、双方向に走査して、前記注目画素値と、前記周辺画素値を読み出すステップを更に有し、前記周辺画素の量子化誤差を算出するステップは、複数の誤差フィルタから、前記注目画素値に応じて選択した誤差フィルタを用いて、前記量子化誤差を算出するステップを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項6】 入力画像を誤差拡散法を用いてハーフトーン処理を行う画像処理装置において、前記入力画像を格納するメモリと、前記入力画像を前記ハーフトーン処理する処理部とを有し、前記処理部は、注目画素値及び周辺画素値の平均値に従い、振幅及び周波数変調された正弦波と、前記拡散された量子化誤差と、前記注目画素値とを加算した後、前記加算結果を、所定の諧調数で量子化し、更に、前記量子化による誤差から前記周辺画素の量子化誤差を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 入力画像を誤差拡散法を用いてハーフトーン処理を行うプログラムを格納する記憶媒体であって、

前記プログラムは、注目画素値及び周辺画素値の平均値に従い、振幅及び周波数変調された正弦波を発生するプログラムと、前記拡散された量子化誤差と、前記注目画素値と、前記正弦波とを加算するプログラムと、前記加算結果を、所定の諧調数で量子化するプログラムと、前記量子化による誤差から前記周辺画素の量子化誤差を算出するプログラムとを有することを特徴とする記憶媒体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力画像を誤差拡散法を用いてハーフトーン処理するための画像処理方法、装置及び記憶媒体に関し、特に、誤差拡散法における出力画像の幾何学的テクスチャと粒状性を向上させた画像処理方法、装置及びその記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、カラー画像処理の進展に伴い、フルカラー画像の処理が可能となってきた。例えば、シアンC、マゼンダM、イエローYの各色に対し、256レベルの諧調レベルの処理が行われている。一方、これを表示するディスプレイやプリンタ等のデバイスは、諧調数に限りがあるため、フルカラー画像を表示、印刷できない。このため、諧調表現数に限度のあるディスプレイやプリンタ等のデバイスでは、誤差拡散法によってフルカラー入力画像をハーフトーン画像に変換している。

【0003】誤差拡散法とは、入力画像を出力デバイスの持つ階調数で量子化した時に発生する量子化誤差を周辺画素に拡散することによって、階調保存性を満足したハーフトーン画像を得るアルゴリズムである。

【0004】しかし、誤差拡散法の欠点として、出力画像のドット低密度領域（黒ドットの少ない領域）に発生するテクスチャ（wormという）、ドット高密度領域（黒ドットの多い領域）に発生するテクスチャ（fingerprintという）と言った幾何学的テクスチャが発生する点が指摘され、従来から多くの改良が試みられている。以下に、これまで提案された改良技法を説明する。

【0005】第1の方法は、入力画像を双方向に走査する双方向走査（Ulichney, 1987）であり、ドット低密度領域では、量子化誤差の拡散方向が分散されるために、wormは軽減される。

【0006】第2の方法は、量子化誤差を周辺画素に拡散するための誤差フィルタを切り替える誤差フィルタ切替方式（R. Eschbach, "Reduction of artifacts in error diffusion by means of input dependent areas", Journal of Electronic Imaging, 2(4) pp 352-358 (199

3).)である。入力画素やその周辺画素に依存して数種の誤差フィルタを使い分け、worm及びfinger printを軽減する。使用するフィルタを大サイズにするほどwormは軽減する。

【0007】又、双方向走査方式と誤差フィルタ切替方式を併用したものも提案されている（例えば、日本特開平9-65126号公報）。

【0008】第3の方法は、正弦波重畳方式（Y.Kishimoto, M.Nose, R.Saito and H.Kotera, "Improved error diffusion method with AM/FM periodic noise", Proc. IS&T SNIP15 pp 366-369 (1999)）であり、量子化処理の前に、振幅・周波数変調の正弦波を入力画素値に重畳することでドットを矯正配置する。計算量も比較的小さい。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述の従来技術では、次の問題がある。

【0010】第1の方法の双方向走査では、ドット低密度領域では量子化誤差の拡散方向が分散されるためにwormは軽減されるが、ドット高密度領域領域では量子化誤差の干渉によってfingerprintは増幅してしまうという問題がある。

【0011】第2の方法の誤差フィルタ切替方式及び双方向走査を兼用したものでは、幾何学的テクスチャ（worm及びfingerprint）は軽減するが、ドット低密度領域において、網点のような均一な周期的ドットパターンを形成できず、ドットの粒状性が目立ち、色再現範囲は向上しない。

【0012】第3の方法の正弦波重畳方式では、単純に入力レベルの強さに応じて、正弦波を印加していたため、出力画像のエッジが不明瞭となり、濃淡の激しい画像では改善力に乏しいという問題がある。

【0013】また、以上の単独の技法ではworm、fingerprintを同時に改善することは難しく、その一方それぞれで技法のむやみな併用では計算量が増大する一方になってしまう。

【0014】本発明の目的は、幾何学的テクスチャの防止だけでなく、粒状性の低下を防止するための画像処理方法、装置及び記憶媒体を提供することにある。

【0015】本発明の他の目的は、ドット密度の低い領域において、網点に近い粒状性の少ない画像をえるための画像処理方法、装置及び記憶媒体を提供することにある。

【0016】本発明の更に他の目的は、出力画像のエッジの不明瞭さを防止し、濃淡の激しい画像でも、誤差拡散の効果を発揮するための画像処理方法、装置及び記憶媒体を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】この目的の達成のため、本発明の入力画像を誤差拡散法を用いてハーフトーン処理を行う画像処理方法は、注目画素値及び周辺画素値の

平均値に従い、振幅及び周波数変調された正弦波を発生するステップと、前記拡散された量子化誤差と、前記注目画素値と、前記正弦波とを加算するステップと、前記加算結果を、所定の諧調数で量子化するステップと、前記量子化による誤差から前記周辺画素の量子化誤差を算出するステップとを有する。

【0018】本発明の入力画像を誤差拡散法を用いてハーフトーン処理を行う画像処理装置は、前記入力画像を格納するメモリと、前記入力画像を前記ハーフトーン処理する処理部とを有し、前記処理部は、注目画素値及び周辺画素値の平均値に従い、振幅及び周波数変調された正弦波と、前記拡散された量子化誤差と、前記注目画素値とを加算した後、前記加算結果を、所定の諧調数で量子化し、更に、前記量子化による誤差から前記周辺画素の量子化誤差を算出する。

【0019】本発明の入力画像を誤差拡散法を用いてハーフトーン処理を行うプログラムを格納する記憶媒体のプログラムは、注目画素値及び周辺画素値の平均値に従い、振幅及び周波数変調された正弦波を発生するプログラムと、前記拡散された量子化誤差と、前記注目画素値と、前記正弦波とを加算するプログラムと、前記加算結果を、所定の諧調数で量子化するプログラムと、前記量子化による誤差から前記周辺画素の量子化誤差を算出するプログラムとを有する。

【0020】本発明では、重畳する正弦波の振幅、周波数を、注目画素値と周辺画素値の平均値を用いて、変調している。平均値は、ドット密度の高低を示すため、ドット密度に応じた、振幅、周波数の正弦波を重畳できる。このため、諧調性を維持するため、誤差拡散しても、ドット密度の低い所では、網点のような均一で周期的なドットパターンを、ドット密度の高い所では、市松模様に近い高周波なドットパターンに、配置でき、視覚的により良好なハーフトーン画像が得られる。

【0021】本発明の画像処理方法では、前記正弦波を発生するステップは、前記注目画素値及び前記周辺画素値の平均値を算出するステップと、前記注目画素値と前記平均値との差分を算出するステップと、前記平均値と前記差分とにより、前記正弦波の振幅を変調するステップを有することもできる。差分を用いているため、画像のエッジを検出して、正弦波の効果を低減することができ、エッジでのドットの強制配置を防止し、エッジを明瞭に保存できる。このため、濃淡の激しい画像でも、良好なハーフトーン画像を得ることができる。

【0022】本発明の画像処理方法では、前記正弦波を発生するステップは、前記正弦波の水平方向の周期と、垂直方向の周期とを独立に制御するステップを有することもできる。水平方向と垂直方向とを、独立に制御するため、正弦波が、2次元的に作用し、正弦波により、ドットの配置を、2次元で制御できる。このため、2次元平面で、より良好なハーフトーン画像が得られる。

【0023】本発明の画像処理方法では、前記正弦波を発生するステップは、各色の入力画像に対し、異なる前記正弦波の初期位相を設定するステップを有することができる。カラー画像を取り扱った場合に、各色のドットが重ならないように、ドットを強制分散でき、各色のドットを比較的等間隔で、併置させることができる。これにより、ハーフトーン画像の空間周波数を高くでき、粒状性の減少をもたらす、且つ色域も拡大する。

【0024】本発明の画像処理方法では、前記入力画像を、双方向に走査して、前記注目画素値と、前記周辺画素値を読み出すステップを更に有し、前記周辺画素の量子化誤差を算出するステップは、複数の誤差フィルタから、前記注目画素値に応じて選択した誤差フィルタを用いて、前記量子化誤差を算出するステップを有することができる。この態様では、双方向走査と小サイズ誤差フィルタ切替方式を併用することで、計算量の増加を抑えて、幾何学的テクスチャの抑制を図ることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を、画像処理、AM-FMスクリーン関数の順で、図面を用いて説明する。

【0026】〔画像処理〕図1は、本発明の一実施の態様のブロック図、図2は、その画像処理装置の機能ブロック図、図3は、双方向走査の説明図、図4は、画像処理装置の部分ブロック図である。

【0027】図1は、カラーインクジェットプリンタに適用した例を示しており、メモリ20は、入力画像を、C（シアン）、M（マゼンダ）、Y（イエロー）プレーンにそれぞれ0～255の濃度値（0：黒、255：白）を持つフルカラー画像で格納する。画像処理ユニット21は、MPUで構成され、Q値化のハーフトーン処理を行うものとし、量子化閾値は一定間隔に取るものとする。例えば、2値化処理の場合には127.5レベルに閾値を取り、6値化処理の場合には、25.5、76.5、127.5、178.5、229.5の各々のレベルに閾値を取るものとする。

【0028】出力メモリ22は、ハーフトーン処理された出力画像を、C、M、Yプレーンに格納する。カラーインクジェットヘッド23は、出力画像に応じて、各色のインク滴を噴射し、図示しない印刷媒体に印刷を行う。MPU21は、各色の入力画像を、各色別に処理する。尚、メモリ20、21は、1つのメモリでも構成できる。

【0029】画像処理ユニット21を、図2で説明する。図2において、1は入力画像を示す。2は入力画素値1と誤差フィルタ6を通じて決定された量子化誤差Eを加算する加算回路、3は加算回路2で加算された値を量子化閾値によって量子化を行う量子化回路、4は量子化誤差を計算する減算回路、5は量子化誤差を記録する誤差バッファ、6は誤差の拡散割合を記録した誤差フィルタ、7は入力画像内の注目画素及び周辺画素の値を検出する濃度レベル検出回路、8は検出回路7からの値を元

にAM-FMスクリーン関数（正弦波）を発生する回路、9は正弦波の周期を格納するバッファである。

【0030】この構成の動作を説明する前に、この実施の形態に用いられる双方向走査を、説明する。双方向走査とは、図3に示すように、走査方向を走査線毎に往復させる走査方法である。ドット低密度領域に発生するwormの発生原因は、量子化誤差の拡散方向がある一定方向に偏ってしまうことに主にあるが、この走査方法の導入によって、誤差の拡散方向の分散性が向上するので、wormが軽減される。

【0031】しかし、双方向走査の導入は、副作用としてfingerprintを増幅してしまう現象がしばしば見られる。そこで、図4に示す2種類の小サイズ誤差フィルタ60、61を誤差フィルタ6に設けている。小サイズ誤差フィルタ60、61を、図2の検出回路7から検出した値、つまり注目画素値の濃度レベルに応じて使い分けることによってfingerprintの抑制を可能とする。

【0032】図4の誤差フィルタ60はハイライト領域（低ドット密度領域）でのドットの均一性を高くする特性を有し、誤差フィルタ61は中間調領域（高ドット密度領域）でドットの高周波性をもたらす特性を持つ。図4に示すように、ドットの低密度域とは、黒ドットの少ない（白ドットの多い）領域と、黒ドットの多い（白ドットの少ない）領域とを示し、誤差フィルタ60が選択される。ドットの高密度域とは、その中間の領域を示し、画像変化の激しい領域である。ここでは、誤差フィルタ61が選択される。

【0033】以上に示した双方向走査、小サイズ誤差フィルタ切替操作の2つの技法を併用することで、計算量の増大を最小限に抑えてworm、fingerprintといった幾何学的テクスチャを解消することができる。

【0034】更に、量子化処理の際に、図2の濃度レベル検出回路7から得られた値に依存した振幅と周波数を持つAM-FMスクリーン関数（正弦波）を発生回路8で計算し、その算出値を、量子化誤差と共に、加算回路2に重畳させる。このことで、出力画像のドット低密度領域でかなり網点に近似した粒状性の少ないドットパターンを得られる。

【0035】次に、図2の構成の動作を説明する。まず、走査方向を決定する。最初の走査方向は、通常のラスト走査と同様、右方向でよい。次に、濃度レベル検出回路7で、入力画像の注目画素値及び周辺画素値の濃度レベルを検出する。その回路7から検出された注目画素値の濃度レベルに応じて、その画素値に対して使用する誤差フィルタ60、61（図2の6）を決定する。

【0036】その誤差フィルタに従い、誤差バッファ5で蓄えられた量子化誤差を回路6で重み付けして加算する。ここでまた、検出回路7で検出された注目画素値と、その近傍の周辺画素値8の平均濃度レベルAvgを、図4の検出回路7のローパスフィルタ70により、

計算し、差分回路71により、注目画素値Iと平均濃度レベルAvgとの差分 $\delta$ を算出する。

【0037】そこで得られた平均濃度レベルAvgと差分レベル $\delta$ を元に、発生回路8でAM-FMスクリーン関数の振幅・周波数を算出し、重畳する濃度レベルを決定する。後述するように、図4において、振幅計算回路80は、平均濃度レベルAvgと差分レベル $\delta$ とから、振幅を計算し、周波数計算回路81は、平均濃度レベルAvgから周波数を計算する。そして、関数計算回路82は、振幅及び周波数から重畳する関数を計算する。

【0038】図2に戻り、注目画素値I(x, y)と、回路6からの量子化誤差と、回路8で算出されたAM-FMスクリーン関数値を、加算回路2で加算する。加算回路2で加算した値を、量子化回路3での閾値によって定められたレベルに量子化し、その値を出力画像の画素値とする。

【0039】回路2で決定した値から、回路3で決定された濃度レベルを、回路4で減算する。減算回路4で算出した値を、誤差バッファ5に記録する。この操作を終えたら注目画素値を右に1つずらし、以上の一連の操作を繰り返す。

【0040】以上の一連の操作をその主走査線の最後の画素まで繰り返したら、次に処理する走査線の走査方向は先ほどと反転させ（つまり右から左とし）、同様の操作を行う。この時には、操作方向が反対であるので、6での誤差フィルタ60、61の形状も左右反転させる。

【0041】[AM-FMスクリーン関数] このAM-FMスクリーン関数の振幅特性と周波数特性を以下に説明する。まず、図5乃至図10により、AM-FMスクリーン関

$$\text{Amp} = C(\text{定数}) \cdot (\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1)) - 255/2(Q-1))^\gamma / (\delta^4 + 1) \quad (1)$$

ここで、 $\text{mod}(a, b)$ はaをbで割った余りを示す。

【0046】この振幅式は、AmpはQ値化処理において、ドット低密度となる領域で高い値を取り、ドット高密度領域で低い値を取る一般式を示しており、1つの式で容易に制御できる。

【0047】この式の意味を、図7乃至図10により、説明する。図7(A)は、2値化（即ち、 $Q=2$ ）の時の平均値Avgと、余りmodとの関係を示す。次に、図8(A)は、平均値Avgと $\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1)) - 255/2(Q-1)$ を示す。更に、べき乗した場合には、図9(A)のように、平均値Avgとべき乗値 $(\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1)) - 255/2(Q-1))^\gamma$ の関係となる。したがって、平均値（以下Avg）から、ドット低密度領域で高振幅、ドット高密度領域で低振幅となる振幅が得られる。更に、式(1)では、べき乗値を、差分 $\delta$ に比例する $(\delta^4 + 1)$ で割っている。図10に示すように、濃淡変動の少ない部分では、 $\delta$ は、小さいため、式(1)の振幅Ampは、大きい。即ち、正弦波が強く作用し、ドット分散の作用を強く発揮する。一方、濃淡の多い部分では、差分 $\delta$ は、大きくなり、式(1)の振幅Ampは、小さくな

\*数の振幅（以下Amp）特性を説明する。振幅Ampは、検出回路7内のローパスフィルタ70を用いて周辺9画素からの平均値（以下Avg）を算出し、それを利用して制御する。そのAM-FMスクリーン関数はドット低密度領域で高振幅、ドット高密度領域で低振幅となるようにする。

【0042】ここで、図6(A)に示すように、Qが「2」である、2値化の例で説明すると、平均値が、しきい値より大きい程、黒ドットが疎であり、ドット低密度領域と定義する。3×3のマトリックスでこの状態を、図5(A)に示す。又、平均値が、閾値より小さい程、白ドットが疎であり、これもドット低密度領域と定義する。これは、図5(C)に示す。平均値が中間、即ち、しきい値近傍では、図5(B)に示すように、黒ドットと白ドットが混在する。これを、ドット高密度領域と定義する。4値化の場合には、図6(B)に示すようになる。

【0043】つまり、このAM-FMスクリーン関数の振幅はハイライト部（ドット低密度領域）のドットを矯正配置する強さを意味する。ここで、単純に入力レベルの強さに応じて正弦波の振幅を決定すると、出力画像のエッジが不明瞭になる副作用も見られる。そこで、注目画素値とローパスフィルタの算出値との差分 $\delta$ を導入し、その差分も正弦波の振幅パラメータとする。このように振幅制御することによって、エッジが明瞭に保たれ、ドット分散性もより安定したものとなる。

【0044】振幅Ampを式で表すと以下ようになる。

【0045】

※。これにより、AM-FMスクリーン関数の付加により、エッジがなまることを防止でき、よりドット配置を均一にできる。

【0048】図7(B)は、4値化（即ち、 $Q=4$ ）の時の平均値Avgと、余りmodとの関係を示す。次に、図8(B)は、平均値Avgと $\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1)) - 255/2(Q-1)$ を示す。更に、べき乗した場合には、図9(B)のように、平均値Avgとべき乗値 $(\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1)) - 255/2(Q-1))^\gamma$ 関係となる。したがって、同様に、平均値（以下Avg）から、ドット低密度領域で高振幅、ドット高密度領域で低振幅となる振幅が得られる。更に、式(1)では、べき乗値を、差分 $\delta$ に比例する $(\delta^4 + 1)$ で割っている。図10に示すように、濃淡変動の少ない部分では、 $\delta$ は、小さいため、式(1)の振幅Ampは、大きい。即ち、正弦波が強く作用し、ドット分散の作用を強く発揮する。一方、濃淡の多い部分では、差分 $\delta$ は、大きくなり、式(1)の振幅Ampは、小さくなる。

【0049】次に、AM-FMスクリーン関数の周波数Freqを図11乃至図14により説明する。周波数も検出回路

7から得られた入力画素値に依存させる。それは、その注目画素値における理想ドット間隔と強い相関を持たせる。図11に示すように、例えば、 $16 \times 16$ 画素で、均一な濃度レベル247とし、この入力値を誤差拡散により2値化処理する場合を例にする。誤差拡散により、黒ドットは256画素中に8つある計算となる。

【0050】1次元で考えると、256画素中に8つと言うことは、32画素辺りに1個の割合で黒ドットの出現率となる。これを2次元に拡張して考えると、平方根を取ればいい訳で、平均 $\sqrt{32}=4\sqrt{2}$ 画素間隔で黒ドットが並ぶことになり、これが2次元空間における黒ドットの理想間隔と考えられる。

【0051】更に、ここで、人間の視覚特性では $45^\circ$ のドット配置が快適であることを考慮して、そのようにド\*

if mod(Avg, 255/(Q-1))-255/2(Q-1)>=0

Frq= $\sqrt{(1/2) \cdot \sqrt{[(255/(Q-1))/(255/(Q-1)-\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1))])/\pi}}$   
(2)

else

Frq= $\sqrt{(1/2) \cdot \sqrt{[(255/(Q-1))/\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1))]/\pi}}$  (3)

図12は、2値化の場合と、4値化の場合との平均値と周波数の関係である。即ち、ドット高密度領域では、高周波数に、ドット低密度領域では、低周波数に制御している。このことから、AM-FMスクリーン関数の周期は $1/\text{frq}$ となる。

※  $\text{AF}(x, y) = \text{Amp} \cdot \sin(cx + cy + \sigma)$

従って、AM-FMスクリーン関数は、ドットの低密度領域では高振幅・低周波数、ドットの高密度領域では低振幅・高周波数となることを示している。ここで、 $cx$ のみを誤差拡散処理と同時に1画素単位にインクリメントすると、図13に示すように、 $\text{AF}(x, y)$ は1次元での振動となり、主走査方向には、変化する。

【0056】しかし、そのままでは、垂直方向の正弦波の成分がばらつく。このため、2次元性を持たせるとよい。このためには、 $cy$ もインクリメントさせる必要がある。しかし、 $cx$ 、 $cy$ を同時にインクリメントすると $\text{AF}(x, y)$ は意図する波形ではなくなってしまう。そこで、上手くAM-FMスクリーン関数を2次元空間で制御するために、水平インクリメントと垂直インクリメントを交互にスイッチさせることにより、擬似的に2次元性を持たせる。

【0057】即ち、図13に示すよう、そのスイッチ条件は、一定画素間隔でのスイッチと、垂直方向の画像のエッジのあるときのスイッチである。従って、これらの条件にあてはまる時は、正弦波の進行をリセットし、 $cy$ をインクリメントして、垂直方向に、正弦波を進行させる。このスイッチ処理を行うために、図2のメモリ回路9に記録した1ライン前の走査線の正弦波の周期を用いる。

【0058】この2つのスイッチ条件によって、AM-FMスクリーン関数は画像の濃淡変動に応じて2次元的に振る ★50

\* ットを配置させることを意図すると、水平方向、垂直方向のドット間隔は $4\sqrt{2} \times \sqrt{1/2} \times 2 = 8$ となり、8画素おきに黒ドットが配置されればいいことになる。

【0052】つまり、レベル247においては、AM-FMスクリーン関数の周期( $1/\text{Frq}$ )は $2\pi/8 = \pi/4$ となり、量子化処理の際に、この周期に準じて黒ドットをトラップするイメージとなる。また、ハイライト部は白い背景に黒ドットが分散されるので、黒ドットの制御を中心に、シャドウ部は黒い背景に白いドットが分散されるので、白ドットの制御を中心に考えるべきである。

【0053】従って、C言語プログラムで一般式で示せば、以下のように入力画素値に応じて周波数を使い分ける。

20※ 【0054】ここで、AM-FMスクリーン関数の周期を2次元で考える。水平方向の周期を $cx (= 1/\text{Frq}_x)$ 、垂直方向の周期を $cy (= 1/\text{Frq}_y)$ とすると、AM-FMスクリーン関数( $\text{AF}(x, y)$ )の概形は、以下のようになる。

※ 【0055】

( $\sigma$ : 初期位相) (4)

★舞う。図14に示すように、AM-FMスクリーン関数は、ドットの低密度領域では高振幅・低周波数、ドットの高密度領域では低振幅・高周波数となることを示している。

30 【0059】図15は、これらの制御を行うための本発明の一実施の形態のハーフトーン処理フロー図である。

【0060】(S1) 注目画素のアドレス $x$ 、 $y$ を「1」に初期化する。また、スクリーン関数の周期 $c$ 、 $cx$ 、 $cy$ を「0」に初期化する。

【0061】(S2)  $y$ が垂直画素数以下かを判定する。 $y$ が垂直画素数を越えていると、この処理を終了する。

40 【0062】(S3)  $x$ が水平画素数以下かを判定する。 $x$ が水平画素数を越えていると、ステップS11に進む。

【0063】(S4) 前述の式(1)から振幅 $\text{Amp}$ を計算し、式(2)、(3)から周波数 $\text{freq}$ を計算する。

【0064】(S5) 前述の垂直方向のスイッチ条件を判定するため、 $\text{mod}(x, c1)$ を計算し、計算値が「0」かを判定する。 $c1$ は、前述の水平方向の一定間隔である。又、差分 $\delta$ が「0」かを判定する。

【0065】(S6) いずれも、「0」でない場合は、スイッチしないため、式(4)の周期 $cx$ に、 $\pi/\text{freq}$ を加算する。

【0066】(S7) いずれかが「0」である場合は、前述のスイッチ条件を満たすため、垂直方向にスイッチする。即ち、 $c_x$ を「0」にし、水平方向の進行を止め、 $c_y$ に1走査前の正弦波の周期 $r_{ireki}(x)$ をセットする。

【0067】(S8) 次に、式(4)により、AM-FMスクリーン関数値を計算し、注目画素値1に、周辺画素からの量子化誤差Eと共に加える。その後、量子化処理を行い、出力Oを計算する。

【0068】(S9) その時に生じた量子化誤差Eを算出し、誤差バッファに記録する。更に、周期 $r_{ireki}(x)$ に、 $\pi/freq$ を格納する。

【0069】(S10)  $x$ をインクリメントして、ステップS3に戻る。

【0070】(S11)  $y$ をインクリメントして、ステップS2に戻る。 $9wo \cdot ?$ 以上の逐次処理での誤差拡散とAM-FMスクリーン関数の作用によって、出力画像のドットパターンを良好に制御することが可能となる。

【0071】更に、カラー画像の場合には、C,M,Y各プレーンにおける正弦波の初期位相(式4の $\sigma$ )を、図16のように、異なる値 $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$ にすることで、C,M,Yの1次色ドットを比較的等間隔で併置させることが可能となる。図17に示すように、C,M,Yドットを併置させることで、ハーフトーン画像の空間周波数成分も高まり、結果的に粒状性の減少をもたらし、ドット併置混色によって色域も拡大する。

【0072】次に、実施例を説明する。図18は、比較例であるFloydの誤差拡散法による出力パターン図であり、図19は、比較例である双方向走査と誤差フィルタ切替とを併用した場合の出力パターン図であり、図20は、本発明により、図19の場合に、AM-FMスクリーン関数を加えた場合の出力パターン図である。図19の比較例では、図18の比較例と比べ、図18の左側に見られるworm、右側に見られるfingerprint共々、軽減されていることが窺える。更に、図20の本発明による出力画像は、図19の比較例で選られたドットパターンよりも更にドット低密度領域でかなり網点に近似した粒状性の少ないドットパターンを得られていることが窺える。

【0073】以上、本発明を実施例により、説明したが、本発明の趣旨の範囲内において、種々の変形が可能であり、これらを、本発明の範囲から排除するものではない。

【0074】

【発明の効果】本発明では、重畳する正弦波の振幅、周波数を、注目画素値と周辺画素値の平均値を用いて、変調している。平均値は、ドット密度の高低を示すため、ドット密度に応じた、振幅、周波数の正弦波を重畳できる。このため、諧調性を維持するため、誤差拡散して

も、ドット密度の低い所では、網点のような均一で周期的なドットパターンを、ドット密度の高い所では、市松模様に近い高周波なドットパターンに、配置でき、視覚的により良好なハーフトーン画像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の画像処理装置のブロック図である。

【図2】図1の画像処理ユニットの機能ブロック図である。

【図3】図2の双方向走査の説明図である。

【図4】図2の要部ブロック図である。

【図5】本発明のドット密度の説明図である。

【図6】平均値とドット密度の関係図である。

【図7】AM-FMスクリーン関数の振幅計算の説明図である。

【図8】AM-FMスクリーン関数の振幅計算の動作図である。

【図9】AM-FMスクリーン関数の振幅制御の説明図である。

【図10】AM-FMスクリーン関数の振幅制御の動作図である。

【図11】AM-FMスクリーン関数の周波数計算の説明図である。

【図12】AM-FMスクリーン関数の周波数計算の動作図である。

【図13】AM-FMスクリーン関数の2次元制御の説明図である。

【図14】AM-FMスクリーン関数の振幅・周波数制御の動作図である。

【図15】本発明の一実施の形態の画像処理フロー図である。

【図16】本発明の一実施の形態のカラー画像処理の説明図である。

【図17】図16のカラー画像処理の説明図である。

【図18】比較例の出力パターン図である。

【図19】他の比較例の出力パターン図である。

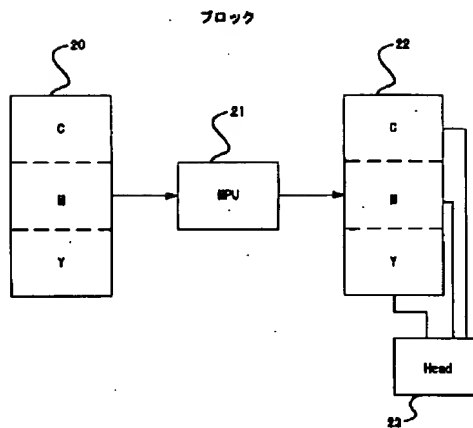
【図20】本発明の実施例による出力パターン図である。

【符号の説明】

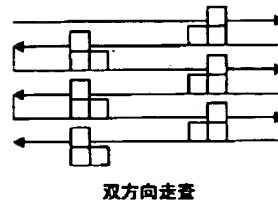
- 1 フルカラー入力画像
- 2 加算回路
- 3 量子化回路
- 4 減算回路
- 5 誤差バッファ
- 6 誤差フィルタ
- 7 濃度レベル検出回路
- 8 AM-FM正弦波回路
- 9 正弦波記録バッファ
- 10 出力画像



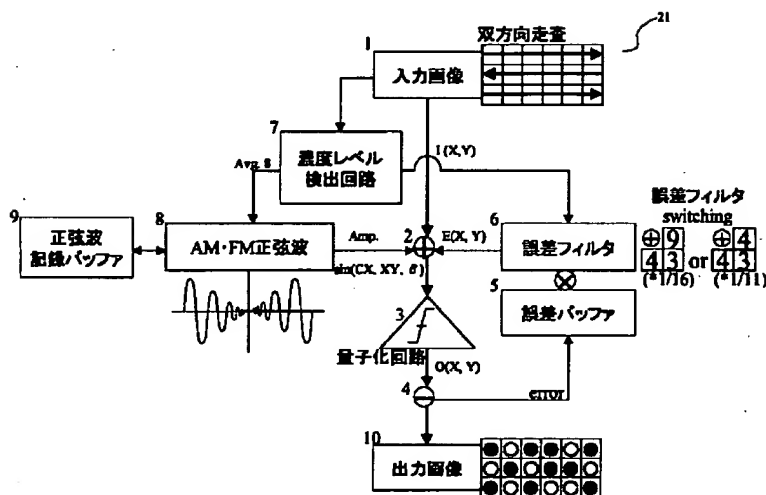
【図1】



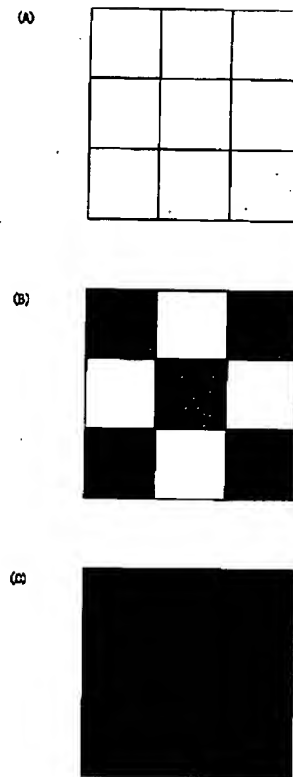
【図3】



【図2】



【図5】



【図12】

2値化処理の場合

if  $\text{Avg} \geq 127.5$  $\text{Frq} = \sqrt{(1/2) \times \sqrt{255/(255-\text{Avg})}} / \pi$ 

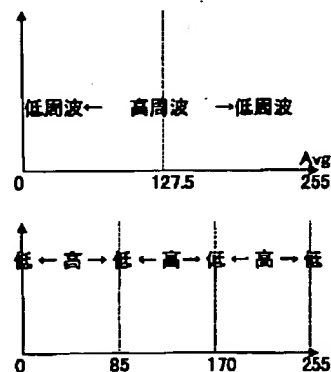
else

 $\text{Frq} = \sqrt{(1/2) \times \sqrt{255/\text{Avg}}} / \pi$ 

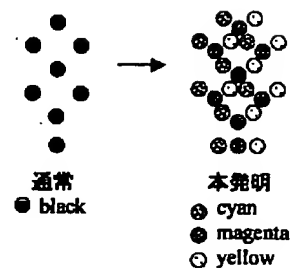
4値化処理の場合

if  $\text{mod}(\text{Avg}, 85) - 42.5 \geq 0$  $\text{Frq} = \sqrt{(1/2) \times \sqrt{85/[85-\text{mod}(\text{Avg}, 85)]}} / \pi$ 

else

 $\text{Frq} = \sqrt{(1/2) \times \sqrt{85/\text{mod}(\text{Avg}, 85)}} / \pi$ 

【図17】



(A)  $\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1))$   
 $Q=2$  (2値化) の場合

白ドットが疎 ← 密 → 黒ドットが疎

0 127.5 255 平均値

しきい値

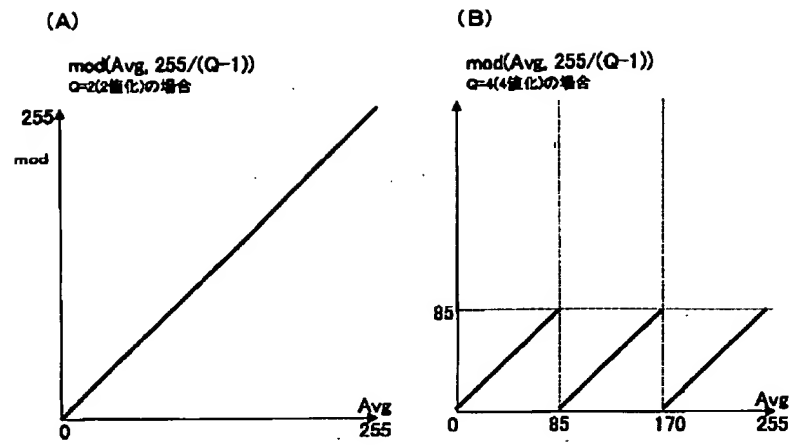
(B)  $\text{mod}(\text{Avg}, 255/(Q-1))$   
 $Q=4$  (4値化) の場合

85 疎 ← 密 → 疎 ← 密 → 疎 ← 密 → 疎

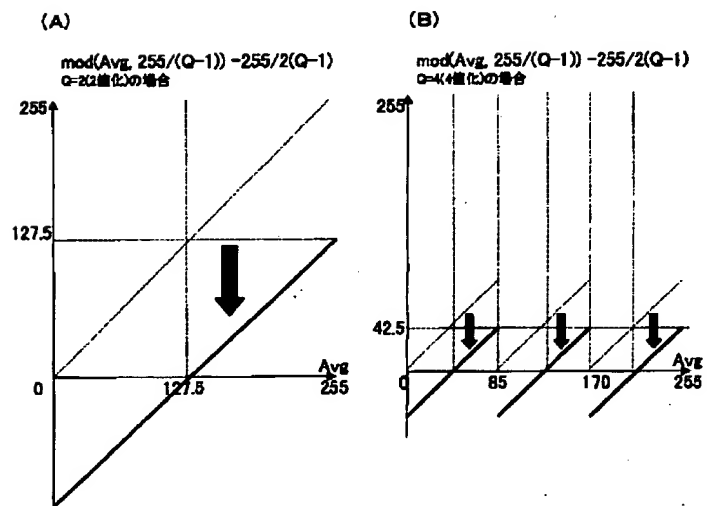
0 85 170 255 平均値

しきい値

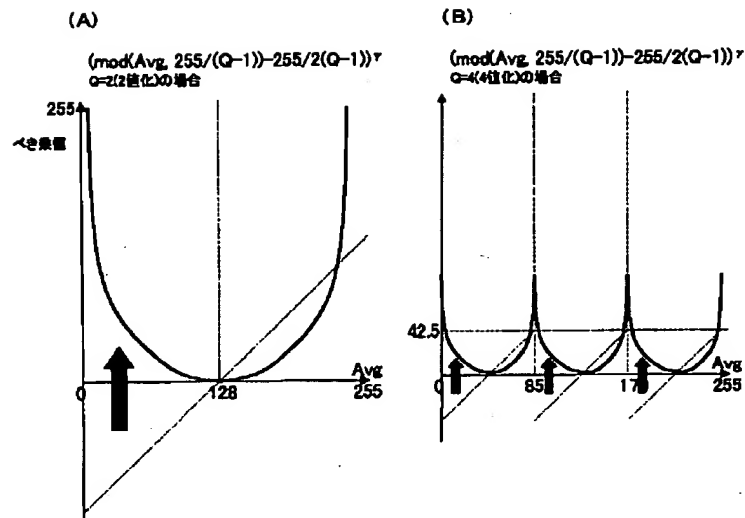
【図7】



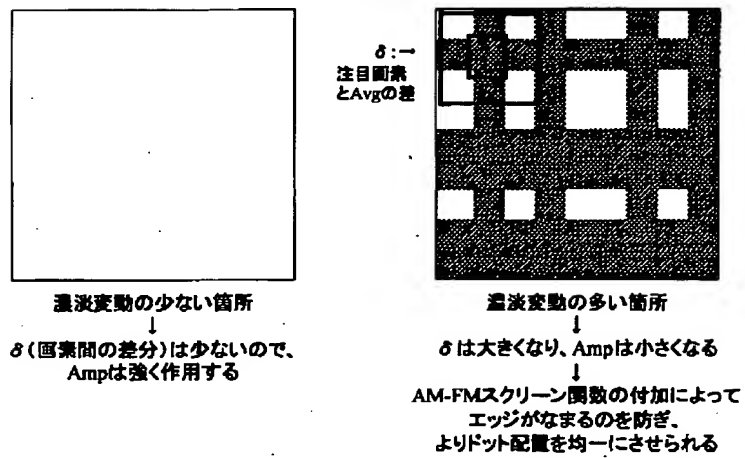
【図8】



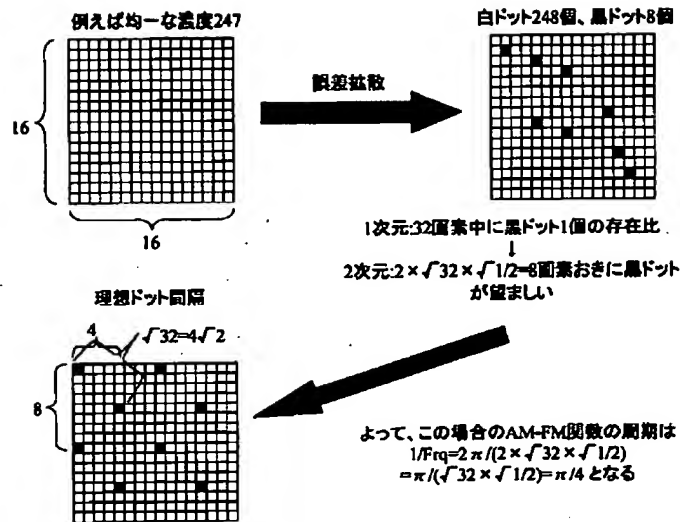
【図9】



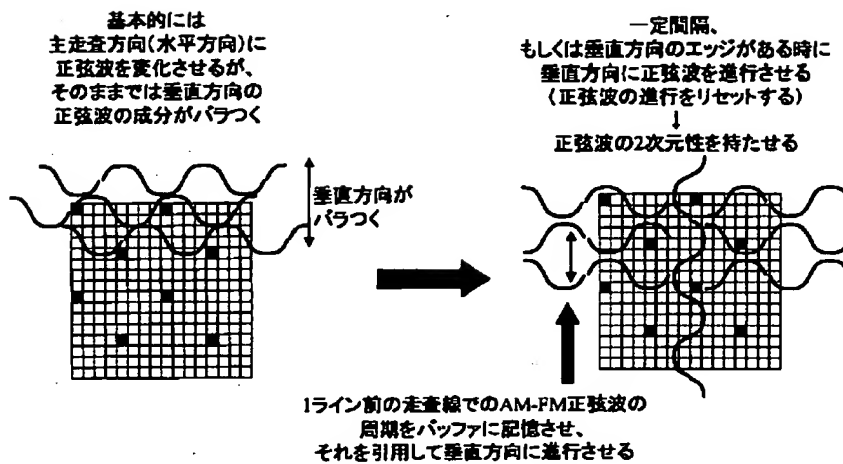
【図10】



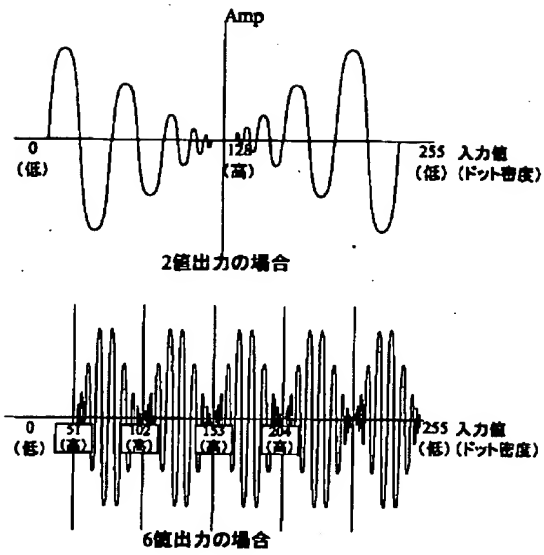
【図11】



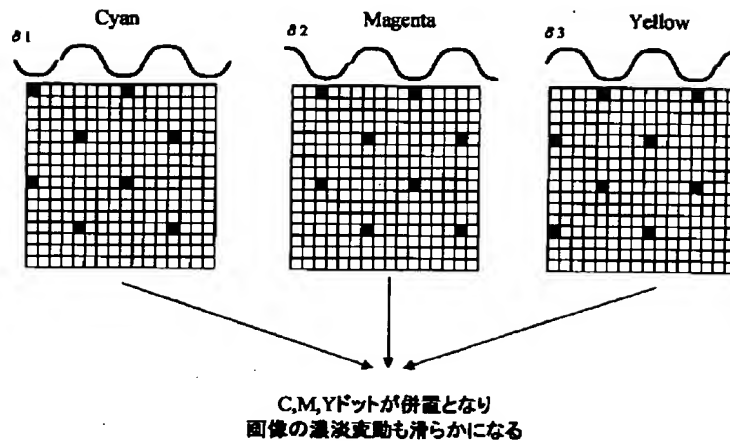
【図13】



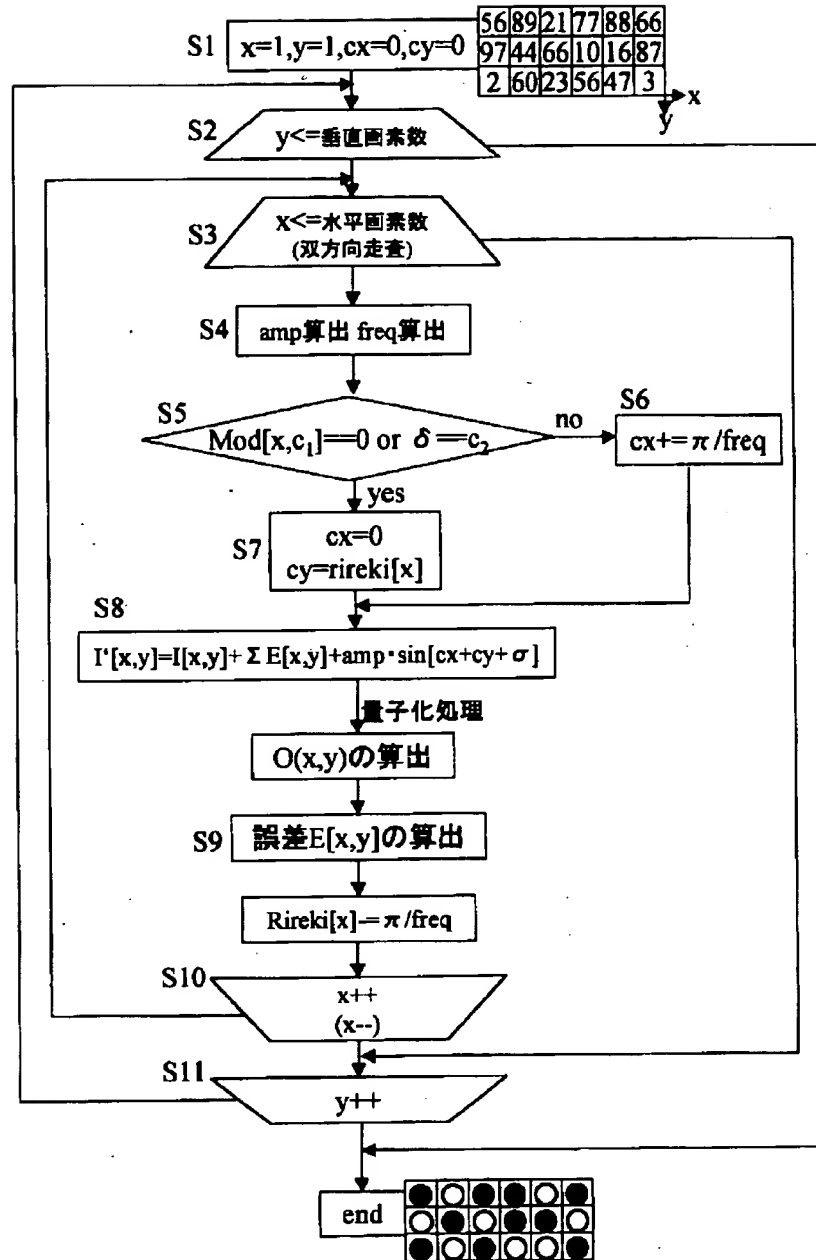
【図14】



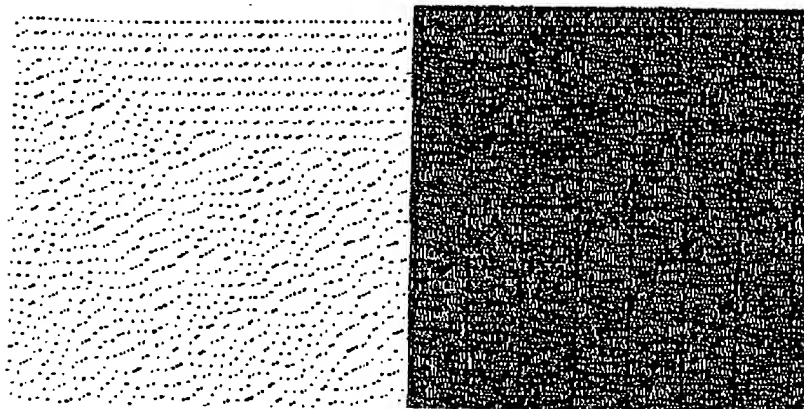
【図16】



【図15】

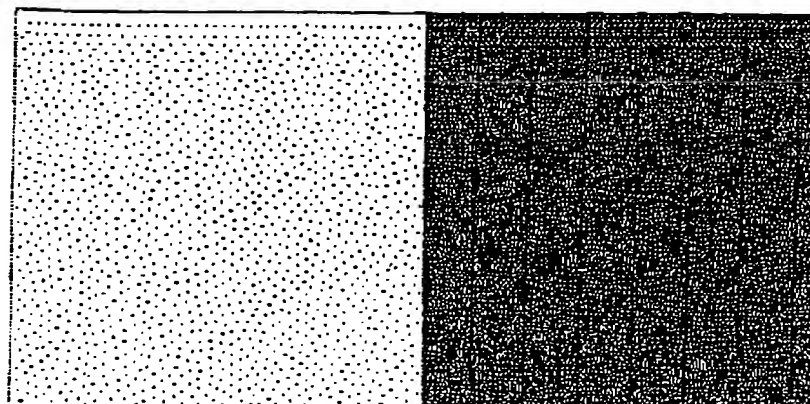


【図18】



Floydの標準誤差拡散

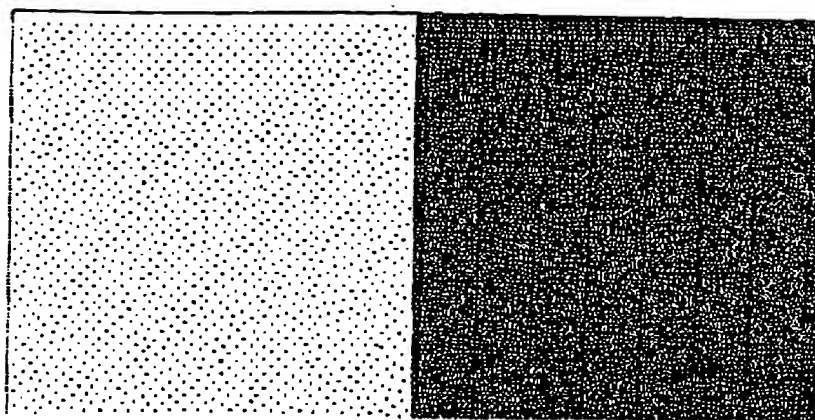
【図19】



双方向走査  
+  
小サイズ誤差フィルタ操作



【図20】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 CA01 CA08 CB01 CB08 CE13  
CE14  
5C077 LL03 LL04 MP08 NN11 PP33  
PP46 PP68 PQ01 PQ04 PQ12  
PQ18 RR08 TT05  
5C082 AA01 BA12 BA34 CA12 CA21  
MM10